

1B05/00958

日 本 国 特 許 庁 ^{TFN040181}
JAPAN PATENT OFFICE ^{PCT}

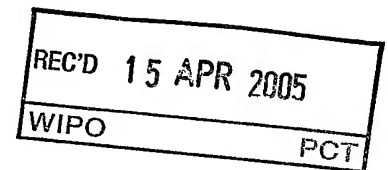
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2004年 4月13日

出 願 番 号
Application Number: 特願2004-117793
[ST. 10/C]: [JP2004-117793]

出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

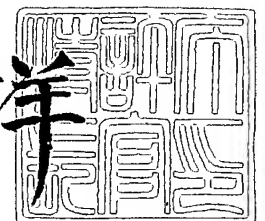


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特2004-3115957

【書類名】 特許願
【整理番号】 03-09452Z
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01M 8/04
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 片野 剛司
【特許出願人】
 【識別番号】 000003207
 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100100549
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 川口 嘉之
【選任した代理人】
 【識別番号】 100090516
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 松倉 秀実
 【電話番号】 03-3669-6571
 【連絡先】 担当
【選任した代理人】
 【識別番号】 100106622
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 和久田 純一
【選任した代理人】
 【識別番号】 100085006
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 世良 和信
【選任した代理人】
 【識別番号】 100089244
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 遠山 勉
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 192372
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

燃料電池の酸化剤ガス供給通路を通じてカソードに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、

前記酸化剤ガス供給通路または前記カソード内のガス圧力を検出するカソード側ガス圧力検出手段と、

燃料電池の水素供給通路を通じてアノードに水素を供給する水素供給手段と、

前記水素供給通路または前記アノード内のガス圧力に占める水素の圧力に係る目標水素分圧を決定する手段と、

前記カソード側ガス圧力検出手段により検出されたガス圧力と前記目標水素分圧とに基づいて燃料電池に供給される水素の水素供給圧力を算出する水素供給圧力算出手段と、

前記水素供給圧力にて前記水素供給手段から燃料電池に水素を供給する水素供給制御手段と、を備えたことを特徴とする燃料電池の制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の燃料電池の制御装置において、

さらに、前記燃料電池の温度を検出する燃料電池温度検出手段と、

前記燃料電池の温度より前記目標水素分圧を補正する手段とを備え、

前記水素供給圧力算出手段は、前記カソード側ガス圧力検出手段により検出されたガス圧力と前記補正された目標水素分圧とに基づいて前記燃料電池に供給される水素の水素供給圧力を算出することを特徴とする燃料電池の制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の燃料電池の制御装置において、

さらに、前記アノード内または水素供給通路に残留する残留ガスを排出する排出手段と

、前記水素供給圧力がアノード側のガス圧力の許容範囲にないときに前記排出手段によって前記滞留ガスを排出させる排出制御手段と、

残留ガスを排出させたときのアノード内または水素供給通路に残留する残留ガス分圧を算出する手段と、を備え、

水素供給圧力算出手段は、前記残留ガス分圧と前記目標水素分圧とに基づいて前記燃料電池に供給される水素の水素供給圧力を算出することを特徴とする燃料電池の制御装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】燃料電池の制御装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

固体高分子形の燃料電池は、電解質膜、電解質膜を挟んで形成される2つの触媒層、および2つの触媒層の外側に形成される1対の拡散層を有している。燃料電池では、一方の拡散層には、水素を含む燃料ガスが供給され、他方の拡散層には、酸素を含む酸化剤ガスが供給される。燃料ガスが供給される拡散層は、水素極またはアノードと呼ばれ、酸化剤ガスが供給される拡散層は空気極またはカソードと呼ばれる。

【0003】

水素極に供給された水素は、触媒層を拡散し、触媒層においてプロトンと電子に分離される。プロトンは、水分子とともに電解質膜を通して陽極側の触媒層に移動する。

【0004】

一方、空気極に供給された酸素は、触媒層を拡散する。そして、空気極側の触媒層において、プロトン、電子、および酸素が反応して水が生成される。このとき、空気極と水素極とを外部回路（例えば、導体）で接続すると、水素極から陽空気極に電子が移動し、上記のプロトンとの反応に消費される。

【0005】

燃料電池において、発電量を増加するには、空気極と水素極のそれぞれに発電量に応じた酸化剤ガスおよび燃料ガスを供給する必要がある。そして、酸化剤ガスとしては、一般的には、空気が使用される。

【0006】

しかし、空気は、酸素と窒素を含んでいる。窒素は、空気極側の反応には使用されないため、空気極側の空間に滞留するとともに、拡散層および電解質膜を拡散して水素極側まで透過する。また、空気極側では、プロトンと電子と酸素の反応により水が生成される。この空気極側の生成水も、拡散層および電解質膜を拡散して水素極側まで透過する。このため、燃料電池を長時間運転すると、燃料電池内の水素極側の空間において、水素以外の窒素、水蒸気等の不純物濃度が増加する。

【0007】

水素極側で水素以外の不純物濃度が増加すると、水素濃度が増加しにくく、発電量を増加しにくい状態となる。そのため、従来の固体高分子形の燃料電池では、水素極側で反応後の燃料ガス（以下、燃料オフガスという）を排出するため、水素極の燃料ガスの流路下流側に排出弁が設けられていた。

【0008】

この排出弁は、例えば、燃料電池の起動時に開弁され、水素極側の不純物ガスを排出させ、水素極側の水素濃度を高めるために使用されていた（例えば、特許文献1参照）。

【0009】

また、燃料電池の起動後は、排出弁は、所定のシーケンスにしたがって、開閉され、水素極側の不純物を排出し、発電量を維持していた。

【0010】

しかし、起動時に排出弁の開閉により不純物を排出し、水素濃度を高める方式では、低温で排出弁が凍結した場合には、凍結した排出弁を解凍するための時間を要し、短時間での起動ができない。また、運転中に排出弁を開閉し、発電量を維持する方式では、不純物とともに水素が排出されてしまう場合があり、燃料効率が必ずしもよくない。

【特許文献1】特開2002-353837号公報

【特許文献2】特開平7-169488号公報

【特許文献3】特開2003-331889号公報

【特許文献4】特開平9-259913号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明の目的は、水素極側の排出弁の開閉によらず、発電量を増加させ、または、所望の発電量を維持する燃料電池を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は前記課題を解決するために、以下の手段を採用した。すなわち、本発明は、燃料電池の制御装置において、燃料電池の酸化剤ガス供給通路を通じてカソードに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、上記酸化剤ガス供給通路または上記カソード内のガス圧力を検出するカソード側ガス圧力検出手段と、燃料電池の水素供給通路を通じてアノードに水素を供給する水素供給手段と、上記水素供給通路または上記アノード内のガス圧力に占める水素の圧力に係る目標水素分圧を決定する手段と、上記カソード側ガス圧力検出手段により検出されたガス圧力と上記目標水素分圧とに基づいて燃料電池に供給される水素の水素供給圧力を算出する水素供給圧力算出手段と、上記水素供給圧力にて上記水素供給手段から燃料電池に水素を供給する水素供給制御手段と、を備えたことを特徴とする。

【0013】

この燃料電池の制御装置は、燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給通路または上記カソード内でガス圧力を検出し、そのガス圧力と目標水素分圧とに基づいて水素供給圧力を算出し、そのような水素供給圧力でアノードに水素を供給する。酸化剤ガス供給通路または上記カソード内のガスがアノード側に漏れてくると想定すると、上記水素供給圧力で水素を供給することによってアノード側の水素分圧を上記目標水素分圧に制御することができる。この場合、アノード側でガスを排出するための排出弁を使用する頻度を低減し、または、使用することなく燃料電池を制御できる。また、そのような排出弁を設ける必要をなくすることができる。

【0014】

さらに、上記燃料電池の発電量が多くなるほど上記酸化剤ガス供給手段により供給される酸化剤ガスの供給量を多くする酸化剤ガス量制御手段を備えてもよい。このような構成により、発電量に応じて、酸化ガス量、カソード側のガス圧力、およびアノード側の目標水素分圧が決定されるので、発電量に応じた水素供給圧力が算出できる。

【0015】

さらに、上記燃料電池の温度を検出する燃料電池温度検出手段と、上記燃料電池の温度より上記目標水素分圧を補正する手段とを備え、上記水素供給圧力算出手段は、上記カソード側ガス圧力検出手段により検出されたガス圧力と上記補正された目標水素分圧とに基づいて上記燃料電池に供給される水素の水素供給圧力を算出するようにしてもよい。このような構成により、アノード側を燃料電池の温度で補正された水素分圧に制御でき、発電量および温度に応じた適正な量の水素を供給できる。

【0016】

さらに、アノード内または水素供給通路に残留する残留ガスを排出する排出手段と、上記水素供給圧力がアノード側のガス圧力の許容範囲にないときに前記排出手段によって前記滞留ガスを排出させる排出制御手段と、残留ガスを排出させたときのアノード内または水素供給通路に残留する残留ガス分圧を算出する手段と、を備え、水素供給圧力算出手段は、上記残留ガス分圧と上記目標水素分圧とに基づいて上記燃料電池に供給される水素の水素供給圧力を算出するようにしてもよい。

【0017】

このような構成により、算出された水素供給圧力がアノード側のガス圧力の許容範囲にない場合には、アノード内または水素供給通路に残留する残留ガスを排出し、残留ガスのガス圧力を低下させ、低下した残留ガスのガス圧力と目標水素分圧に基づいて水素供給圧

力を算出できる。したがって、そのような低下したガス圧力により、アノード側のガス圧力の許容範囲で水素供給圧力を算出でき、アノード側のガス圧力の許容範囲で燃料電池を制御できる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、燃料電池において、水素極側の排出弁の開閉によらず、または、水素極側に排出弁を設けることなく、発電量を増加させ、または、所望の発電量を維持することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態（以下、実施形態という）に係る燃料電池について説明する。以下の実施形態の構成は例示であり、本発明は実施形態の構成に限定されない。

【0020】

＜燃料電池の構成＞

図1に、本発明の実施形態に係る燃料電池の構成図を示す。この燃料電池は、燃料電池本体1と、燃料電池本体1の空気極（カソードともいう）に酸化剤ガスである空気を供給する空気供給器7と、空気供給器7の上流側の空気導入通路に設置された大気圧センサ9と、空気極側のガス圧力を測定する空気極圧力センサ11と、空気極側のガス圧力を調整する調圧弁15と、燃料電池本体1の水素極（アノードともいう）に燃料ガスである水素を供給する燃料タンク5と、燃料タンク5からの水素の供給圧力を制御する水素供給弁13と、水素極からの燃料オフガスの排出を制御する排出弁17と、燃料電池本体1を冷却する冷却水の水温を検知する水温センサ19とを有している。

【0021】

燃料電池本体1は、膜－電極接合体（MEA：Membrane-Electrode Assembly）とセパレータとを含むセルを直列に接続し、複数階層に積層した積層体（セルスタックと呼ばれる）から構成される。膜－電極接合体は、水素をプロトンと電子に分離する水素極と、水素極で生成されたプロトンを空気極に伝導する電解質膜と、空気極に伝導したプロトンと酸素と外部回路を通じて水素極から伝導した電子により水を生成する空気極とを含む。

【0022】

セパレータには、セル内の空気極に酸化剤ガスである空気を供給するための空気通路が設けられている。空気は、セル内でこの空気通路を上流から下流に流れるとともに空気極内を膜方向に拡散し、空気極内でプロトンと反応する。したがって、セル内の空気通路中、上流から下流に向かって徐々に酸素密度は低下する。

【0023】

また、セパレータには、セル内の水素極に燃料ガスである水素を供給するための水素通路が設けられている。水素は、セル内でこの水素通路を上流から下流に流れるとともに水素極内を膜方向に拡散し、水素極内の触媒作用でプロトンになり、プロトンは、膜を透過して空気極に移動する。したがって、セル内の水素通路中、上流から下流に向かって徐々に水素密度は低下する。

【0024】

空気供給装置7（酸化剤ガス供給手段に相当する）は、例えば、エアコンプレッサであり、大気中の空気を加圧し、空気供給経路L1を通じて燃料電池本体1の空気極（上記セル内の空気通路）に供給する。空気供給器7から空気供給経路L1に供給される空気の流量はECU3からの制御信号により制御される。なお、大気圧は、空気供給器7の上流側の空気導入通路に設けられた大気圧センサ9により測定される。

【0025】

燃料電池本体1の空気極の下流側では、上記空気通路の出口にガス排出経路L2が接続され、このガス排出経路L2には調圧弁15が設けられている。この調圧弁15によって空気極側のガスの排出が制御される。また、ガス排出経路L2には、空気極側のガス圧力

を測定する空気極圧力センサ 11（カソード側ガス圧力検出手段に相当する）が設けられている。燃料電池本体 1 の空気極は、空気供給器 7 から空気を供給されるとともに、調圧弁 15 により、所定のガス圧力に制御される。空気供給器 7 の出口側の空気供給経路 L1、燃料電池本体 1 の空気極（セル内の空気通路）、およびガス排出経路 L2 の調圧弁 15 に至る空間が本発明の酸化剤ガス給通路に相当する。

【0026】

燃料タンク 5（水素供給手段に相当）は、水素供給経路 L3 上の水素供給弁 13 を介して燃料電池本体 1 の水素極側（上記セル内の水素通路）に水素を供給する。燃料タンク 5 は、水素を高圧状態（1 気圧を超える圧力状態）で保持している。

【0027】

水素供給弁 13（水素供給制御手段に相当する）は、弁の開閉動作の制御により通過するガス流量を調整する。ここで、弁の開閉動作とは、例えば、開弁周期、開弁時間、あるいは閉弁時間等である。ただし、水素供給弁 13 は、弁の移動による開口部の開度の変更により燃料ガスの供給を制御するものであってもよい。

【0028】

燃料電池本体 1 の水素極の下流側では、上記セル内の水素通路の出口にガス排出経路 L4 が接続され、このガス排出経路 L4 には排出弁 17（排出手段に相当する）が設けられている。排出弁 17 も、弁の開閉動作の制御により通過するガス流量を調整する。ただし、排出弁 13 は、弁の移動による開口部の開度の変更により排出ガスの流量を制御するものであってもよい。

【0029】

水素が供給される前（例えば、燃料電池の起動前）、水素極側には、膜—電極接合体を透過した空気（主として窒素）あるいは空気極で生成された生成水（水蒸気または液滴）が支配的に存在する。以下、このような窒素、水蒸気等を不純物ガスという。本実施形態の燃料電池は、水素供給前、水素極側の不純物ガスのガス圧力は概ね空気極側のガス圧力と同等であると仮定して水素供給弁 13 から供給すべき水素の供給圧力を決定する。

【0030】

ここで、水素供給圧力とは、水素供給弁 13 によって水素極内および水素極に接続される水素供給経路 L3 に供給される水素の圧力をいい、水素極内は、この水素供給圧力とバランスする圧力のガス（不純物ガスと水素の混合ガス）で満たされることになる。例えば、燃料タンク 5 に 50 気圧の水素が充填され、水素供給弁 13 が 2 気圧まで減圧して水素を水素供給経路 L3 に供給する場合と考える。そして、水素供給前に不純物ガスのガス圧力が 1 気圧であったと仮定する。この場合、2 気圧の水素供給圧力で水素が供給され、水素極内は 2 気圧の混合ガスで満たされることになる。また、不純物ガスの分圧が 1 気圧に、水素の分圧が 1 気圧になる。

【0031】

また、燃料電池の運転中、本実施形態の燃料電池は、水素極側に存在する水素による分圧と空気極側のガス圧力とによって水素極側のガス圧力（全体の圧力）が構成されると想定し、水素の供給圧力を制御する。水素供給弁 13 の出口側の水素供給経路 L3、燃料電池本体 1 の水素極（セル内の水素通路）、およびガス排出経路 L4 の排出弁 17 に至る空間が本発明の水素供給通路に相当する。

【0032】

水温センサ 19 は、燃料電池本体 1 内のセルスタックを冷却する冷却水の水温を測定する。

【0033】

ECU3 は、CPU、メモリ、入出力インターフェース等を含み、本実施形態の燃料電池の反応を制御する。ECU3 は、不図示の入出力インターフェースを介して水素供給弁 13、空気調圧弁 15、および排出弁 17 の開閉または弁の開口の開度を制御する。また、ECU3 は、空気供給器 7 から供給される空気の流量を制御する。さらに、ECU3 は、大気圧センサ 9、空気極圧力センサ 11 および水温センサ 19（燃料電池温度検出手段

に相当する)に接続され、大気圧、空気極内のガス圧力および冷却水の水温を監視する。

【0034】

燃料電池の起動時、ECU3は、燃料電池が安定的に発電を持続するために必要な水素分圧である安定発電目標水素分圧をメモリ上の所定記憶領域から参照する(この処理を実行するECU3が目標水素分圧を決定する手段に相当する)。安定発電目標水素分圧は、燃料電池の仕様、寸法等から事前に実験値または設計値として決定され、ECU3のメモリに保持されている。

【0035】

また、本燃料電池では、ECU3は、起動時の空気極圧力を大気圧に設定する。そして、ECU3は、空気極側のガス圧力と上記安定発電目標水素分圧とから目標水素圧力を算出する。本実施形態では、ECU3は、空気極のガス圧力が概ね水素供給前の水素極側の不純物ガスの圧力であると仮定する。そして、この空気極のガス圧力と安定発電目標水素分圧を加算した圧力を目標水素圧力として算出する(この処理を実行するECU3が水素供給圧力算出手段に相当する)。

【0036】

そして、ECU3は、水素供給弁13を開閉制御し、水素極側に供給する水素の供給圧力を目標水素圧力に制御する。その結果、目標水素圧力から水素極側の不純物ガスの圧力を除いた分圧の水素、すなわち、安定発電目標水素分圧の水素が水素極に供給される。このように、本実施形態の燃料電池では、主として、水素供給時の水素供給圧力の制御により、極力排出弁17を開閉せずに、水素極に燃料ガスである水素を供給する。

【0037】

燃料電池の起動後、ECU3は、要求発電量と目標水素分圧の関係を示すマップから要求発電量に対応する水素分圧を参照する(この処理を実行するECU3が目標水素分圧を決定する手段に相当する)。

【0038】

図2は、目標水素分圧を算出するマップの概念図である。ECU3は、要求発電量を与えられたときに、その発電量に必要な水素分圧を算出する際にこのマップを使用する。図2のマップでは、横軸が要求発電量であり、縦軸がその要求発電量を得るために必要な目標水素分圧(単位は、例えば、キロパスカル)である。複数のガスを含む混合ガスでは、概ね、各ガスの分圧応じて、各ガスの濃度が決まる。

【0039】

このようなマップは、燃料電池の仕様(例えば、触媒の密度、セルスタックの数、電極の材質等)ごとに、実測にて設定できる。図2に示すように、要求発電量と目標水素分圧の関係を示すマップは、一般的には右上がり、すなわち、要求発電量の増加とともに目標水素分圧も増加するグラフとなる。ECU3は、このようなマップを要求発電量値と目標水素分圧値とを複数組み合わせ構成されるテーブルとしてメモリに保持する。ただし、ECU3は、要求発電量値と目標水素分圧値との関係を実験式(例えば、1次直線、または2次以上の高次の曲線)として保持してもよい。なお、空気極のガス圧力を求めるためのマップ、空気極への空気供給量を求めるためのマップも同様の構成である。

【0040】

また、ECU3は、要求発電量と酸素供給量との関係を示すマップから要求発電量に対応する酸素供給量を参照する。ECU3は、その酸素供給量の酸素を空気供給器7からの空気で供給する(この処理を実行するECU3が酸化剤ガス量制御手段に相当する)。さらに、ECU3は、要求発電量と空気極のガス圧力との関係を示すマップから要求発電量に対応するガス圧力を参照する。そして、ECU3は、空気極のガス圧力を調圧弁15の開閉により制御する。

【0041】

さらに、ECU3は、空気極のガス圧力が概ね水素極側の不純物ガスの圧力になると仮定し、空気極のガス圧力と目標水素分圧から目標水素圧力を決定する(この処理を実行するECU3が水素供給圧力算出手段に相当する)。そして、ECU3は、水素供給弁13

を開閉制御し、水素極内に供給される水素の供給圧力を目標水素圧力に制御する。このように、本実施形態の燃料電池では、起動後も、主として、水素供給圧力の制御により、極力排出弁 17 を開閉せずに、水素極に燃料ガスである水素を供給する。

【0042】

<制御フロー>

図 3 は、燃料電池起動時の ECU 3 の制御を示すフローチャートである。この処理は、ECU 3 の CPU で実行される制御プログラムとして実現できる。本燃料電池では、起動時、ECU 3 は、まず、安定発電目標水素分圧を参照する (S1)。次に、ECU 3 は、空気極および水素供給前の水素極が大気圧にあると仮定して、大気圧と安定発電目標水素分圧から目標水素圧力を算出する (S3)。ここでは、大気圧と安定発電目標水素分圧との加算値を目標水素圧力とする。

【0043】

次に、ECU 3 は、水素供給弁 13 を制御して、目標水素圧力の水素を水素極に供給する (S5)。次に、空気調圧弁 15 を制御し、空気極を大気圧に設定する。このような制御の結果、水素極側の水素分圧は、安定発電目標水素分圧に制御される。そして、ECU 3 は、燃料電池を起動する (S9)。

【0044】

なお、ここでは、起動時に空気極を大気圧になるように制御したが、本発明の実施は、このような手順に限定されるものではない。すなわち、起動時に空気極を大気圧にすること自体は必須の手順ではない。

【0045】

図 4 は、通常運転時の ECU 3 の制御を示すフローチャートである。この処理も、ECU 3 の CPU で実行される制御プログラムとして実現できる。通常運転状態では、まず、ECU 3 は要求発電量を算出する (S10)。要求発電量は、ユーザからの指示、例えば、車両のアクセルに対応する加速指示値、この燃料電池から電力を供給される家庭、施設、機器等における電力使用量の履歴等から算出される。

【0046】

次に、ECU 3 は、要求発電量を基にマップを参照し、目標空気供給量を決定する (S11)。この目標空気供給量は、発電量に応じて必要な酸素量に対応する。次に、ECU 3 は、空気供給器 7 の空気供給量を目標空気供給量に制御する (S12)。

【0047】

次に、ECU 3 は、要求発電量を基にマップを参照し、空気極の目標ガス圧力を決定する (S13)。次に、ECU 3 は、調圧弁 15 を制御し、空気極のガス圧力を目標ガス圧力に制御する (S14)。

【0048】

次に、ECU 3 は、要求発電量を基にマップを参照し、水素極の目標水素分圧を決定する (S15)。この目標水素分圧は、発電量に応じて必要な水素極側の水素濃度に対応する量である。次に、ECU 3 は、空気極の目標ガス圧力と水素極の目標水素分圧から目標水素圧力を算出する (S17)。本実施形態では、空気極の目標ガス圧力に目標水素分圧を加算した値を目標水素圧力とする。

【0049】

そして、ECU 3 は、水素供給弁 13 を制御して、目標水素圧力の水素を水素極に供給する (S19)。このような制御の結果、水素極側の水素分圧は、目標水素分圧に制御される。そして、ECU 3 は、制御を S11 に戻す。

【0050】

以上述べたように、本実施形態の燃料電池によれば、燃料電池の起動時、安定発電目標水素分圧と空気極のガス圧力とにより目標水素圧力を算出し、水素極に供給される水素の供給圧力を目標水素圧力に制御する。その結果、水素極の水素分圧を概ね安定発電目標水素分圧に制御でき、安定起動に必要な水素を水素極に供給できる。

【0051】

このように、本実施形態の燃料電池では、起動時に水素供給圧力の制御により水素極側の水素分圧、したがって、水素濃度を制御できる。したがって、従来の燃料電池のように、起動時に排出弁 17 を開弁して、水素極内の不純物ガスを排出する必要がない。このため、例えば、氷点下で排出弁 17 が凍結した場合でも、短時間で燃料電池を起動できる。

【0052】

また、本実施形態の燃料電池によれば、起動時に、空気極のガス圧力を大気圧に制御する。空気極に供給された空気のうち、酸素は、燃料電池の反応に使用され、窒素等の不純物が拡散層および電解質膜を水素極側に透過する。したがって、空気圧を大気圧とすることにより、空気極を大気圧以上に加圧する場合と比較して、水素極側の不純物ガスの分圧を低下することができ、制御すべき目標水素圧力を実質的に低く設定できる。

【0053】

また、本実施形態の燃料電池によれば、通常運転時には、発電量に基づく、目標水素分圧と空気極のガス圧力とに基づき目標水素圧力を算出し、その目標水素圧力での水素を供給する。このような制御により、本実施形態の燃料電池は、要求発電量に対応する目標水素分圧したがって目標水素濃度の水素を水素極に供給する。したがって、本実施形態の燃料電池では、通常運転時に排出弁 17 を開閉する必要がない。このため、排出弁 17 の開閉による無駄な水素の排出を低減することができる。また、排出弁 17 が故障した場合に、上記図 3 および図 4 に示した制御により燃料電池の起動、および運転の継続ができる。さらに、このような制御を実現することにより、排出弁 17 自体を省略した構成の燃料電池とすることもできる。

【0054】

<水温補正による変形例>

上記実施形態では、要求発電量とマップから、空気供給量、空気極の目標ガス圧力および目標水素分圧を求め、さらに、空気極の目標ガス圧力および目標水素分圧から目標水素圧力を求めて、水素極の水素分圧を制御する例を示した。このような水素分圧を燃料電池のセルの温度に基づいて補正してもよい。セルの温度により、セル内の触媒の活性化の程度が異なり、要求発電量に対して必要な水素の量、したがって、目標水素分圧が変わるからである。ここでは、燃料電池のセルを冷却する冷却水の水温をセルの温度と見なして、その水温に基づき水素分圧を補正する例を示す。

【0055】

図 5 に、冷却水の水温を測定する水温センサ 19 の温度にしたがって、目標水素分圧を補正する処理の例を示す。図 5 において、図 4 の処理ステップと同一の処理ステップは、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0056】

この処理では、ECU 3 は、要求発電量から空気極のガス圧力および水素極の目標水素分圧を決定した後（S13-S15）、水温センサ 19 で測定された冷却水の水温を検知する（S16A）。次に、ECU 3 は、冷却水の水温で目標水素分圧を補正するためのマップを参照し、目標水素分圧を補正する（S16B）。

【0057】

図 6 に、燃料電池の冷却水の水温で目標水素分圧を補正するマップの概念図を示す。図 6 のように、このマップでは横軸が冷却水の水温であり、縦軸がその水温において要求発電量を満たすための目標水素分圧である。このマップも、図 2 の場合と同様、テーブル形式または実験式の形式で、ECU 3 のメモリに保持できる。

【0058】

次に、ECU 3 は、補正された目標水素分圧と空気極の目標ガス圧力により、目標水素圧力を算出する（S17）。以降の処理は、図 4 の場合と同様である。

【0059】

このように、この変形例の燃料電池によれば、要求発電量およびセルの冷却水の水温により、目標水素分圧を補正する（この処理を実行する ECU 3 が目標水素分圧を補正する手段に相当する）。したがって、図 4 の場合と比較して正確に目標水素分圧、さらには、

目標水素圧力を求めることができる。その結果、要求発電量に対して、的確な水素を供給することができ、発電量の無駄または発電量不足を招く可能性を低減できる。

【0060】

なお、ここでは、冷却水の水温を測定する水温センサ19によりセル温度を検知したが、セル温度そのものを測定するセンサを設け、セル温度そのものにより目標水素分圧を補正してもよい。

【0061】

＜水素圧力許容値の判定による変形例＞

図7に、目標水素圧力を算出したときに、その目標水素圧力が許容値を超えるか否かに応じて、制御シーケンスを変更する処理の例を示す。このような目標水素圧力の許容値は、例えば、セルを構成する電解質膜の耐久性の劣化を防止するための経験値または設計値として決定できる。ECU3は、そのような許容値をメモリに保持するようにすればよい。

【0062】

図7において、図4と同一の処理ステップについては、同一の符号を付してその説明を省略する。この処理では、ECU3は、目標水素圧力を算出した後(S17)、その目標水素圧力が許容範囲か否かを判定する(S18A)。

【0063】

そして、ECU3は、目標水素圧力が許容範囲にない場合、排出弁17を制御し、水素極側を開弁するとともに、水素供給弁13を制御し、水素極に水素を供給し、水素極内の残留ガスを排出する(S18B)。この処理を実行するECU3が排出制御手段に相当する。これにより、水素極内の不純物ガスの分圧が低下する。このとき、ECU3は、前回の排出弁17の開弁からの経過時間、燃料電池の発電量、今回の開弁時間および供給する水素の圧力から水素極中の不純物ガスの分圧を算出する(S18C)。この処理を実行するECU3が、残留ガス分圧を算出する手段に相当する。その後、ECU3は、制御をS15に戻し、上記S18Cで算出された不純物ガスの圧力に基づき、目標水素圧力を算出する。すなわち、この場合には、水素極の不純物ガスの圧力に目標水素分圧を加算した値を目標水素圧力とすればよい。

【0064】

一方、S16の判定で、目標水素圧力が許容範囲にある場合、ECU3は、水素極のガス圧力が目標水素圧力となるように水素供給弁13を制御する(S19)。その後の処理は、図4の場合と同様である。

【0065】

以上述べたように、本実施形態の燃料電池によれば、目標水素圧力が燃料電池の許容範囲にない場合に、排出弁17を開弁するとともに、水素供給弁13から水素を供給し、水素極内の不純物ガスを排出する。これによって、水素極内の不純物ガスの圧力を低下させ、その結果、目標水素圧力を低下させることができる。

【0066】

したがって、本変形例の燃料電池によれば、通常状態では、排出弁17を使用せず、目標水素圧力が許容範囲外となった場合にだけ、排出弁17から不純物を排出することができる。したがって、不必要な排出弁17の開閉を低減し、水素の無駄な排出を低減することができる。また、目標水素圧力が許容範囲外となった場合に水素極の不純物ガスを排出し、目標水素圧力を低下させ、許容範囲外での水素極側のガス圧力による運転を回避できる。その結果、例えば、電解質膜の耐久性を向上させ、耐久時間(例えば、交換周期)を長くすることができる。

【0067】

＜その他の変形例＞

上記実施形態では、図1に示したような水素の循環系を有しない燃料電池において、水素極側の目標水素圧力を不純物ガスの圧力に目標水素分圧を加算した値とする燃料電池について説明した。しかし、本発明の実施は、そのような構成には限定されない。例えば、図

3 と同様の制御により、水素の循環系を有するような燃料電池において、水素極側の排出弁 1 7 を開閉しないで燃料電池を起動することができる。また、図 4 と同様の制御により、水素の循環系を有するような燃料電池において、水素極側の排出弁 1 7 を開閉しないで水素濃度を制御することができる。

【0 0 6 8】

上記実施形態では、酸化剤ガスと空気を供給し、燃料ガスとして水素を供給する例を示したが本発明の実施はこのようなガス（酸化剤ガス、燃料ガス）の種類に限定されるものではない。例えば、酸化剤ガスとして酸素を使用してもよい。また、燃料ガスとして天然ガスを使用してもよい。

【0 0 6 9】

上記実施形態では、空気極の目標ガス圧力と水素極の目標水素分圧から目標水素圧力を算出した（例えば、図 4 の S 1 7 参照）。しかし、本発明の実施はこのような手順には限定されない。空気極側から水素極側に透過するガスの透過量は空気極のガスの分圧と水素極のガスの分圧（電解質膜両側のガスの分圧）が影響していると考えられることができる。したがって、例えば、酸素極側の不純物ガスの分圧に応じて水素供給圧力を補正してもよく、酸素極側の不純物ガスの分圧（例えば、窒素の分圧）が低いときほど、水素供給圧力を低くしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0 0 7 0】

【図 1】 本発明の実施形態に係る燃料電池の構成図である。

【図 2】 目標水素分圧を算出するマップの概念図である。

【図 3】 燃料電池起動時の E C U 3 の制御を示すフローチャートである。

【図 4】 通常運転時の E C U 3 の制御を示すフローチャートである。

【図 5】 通常運転時に燃料電池の水温で水素分圧を補正する制御を示すフローチャートである。

【図 6】 燃料電池の水温で水素分圧を補正するマップの概念図である。

【図 7】 通常運転時に水素供給圧力が許容範囲か否かを判定する E C U 3 の制御を示すフローチャートである。

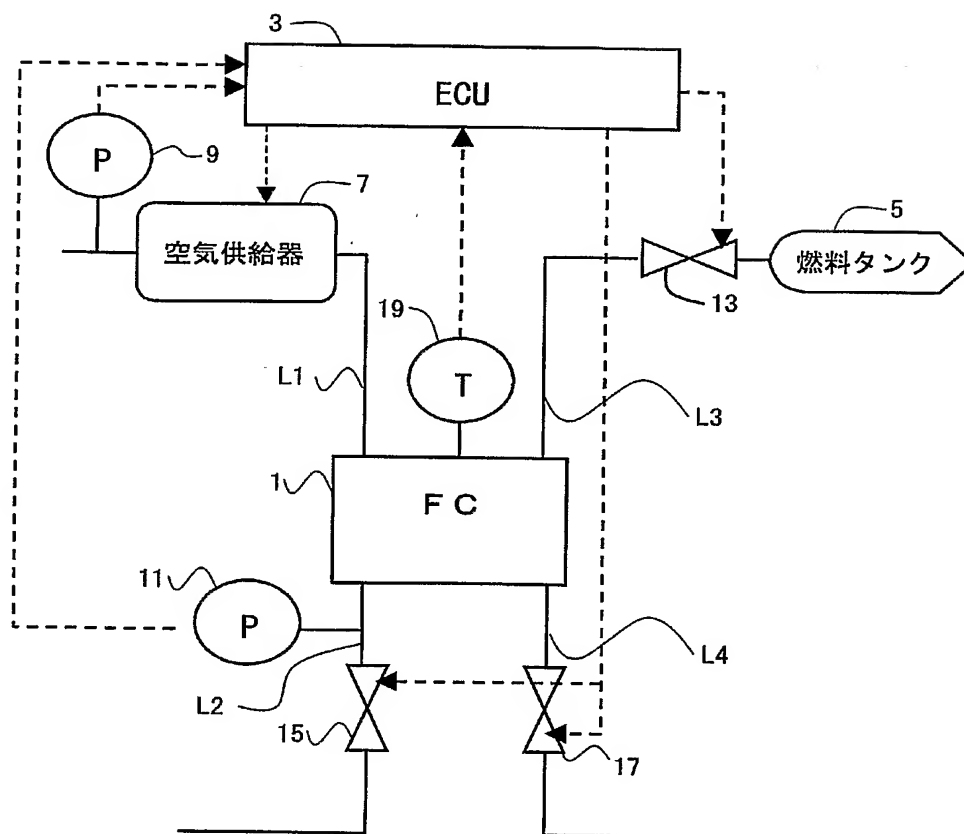
【符号の説明】

【0 0 7 1】

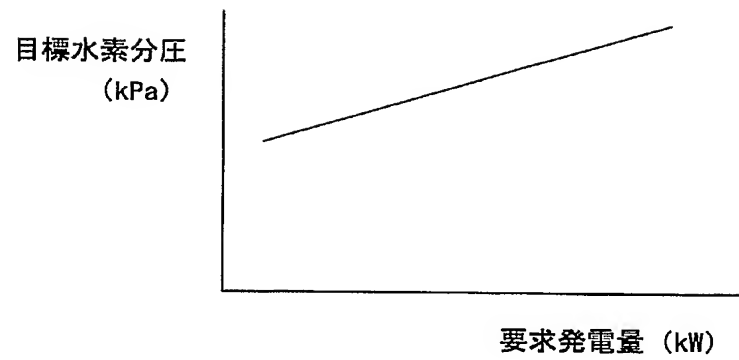
- 1 燃料電池本体
- 3 E C U
- 5 燃料タンク
- 7 空気供給器
- 9 大気圧センサ
- 1 1 空気極圧力センサ
- 1 3 水素供給弁
- 1 5 調圧弁
- 1 7 排出弁
- 1 9 水温センサ
- L 1 空気供給経路
- L 2、L 4 ガス排出経路
- L 3 水素供給経路

【書類名】 図面

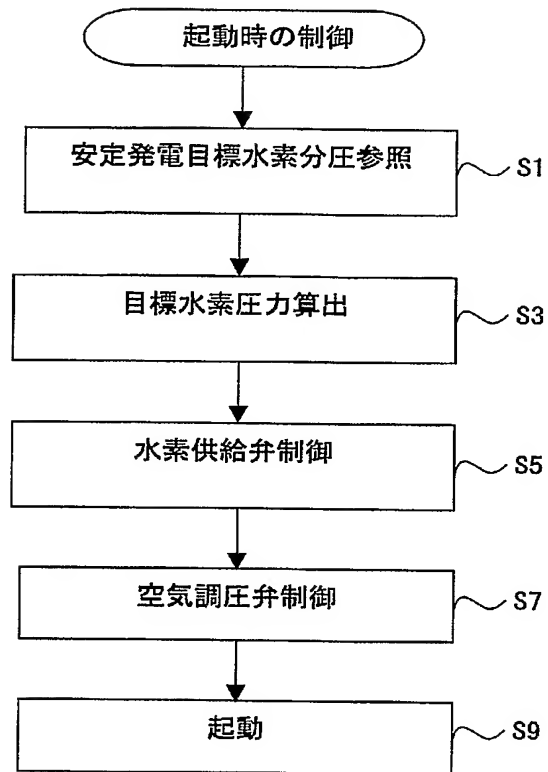
【図 1】



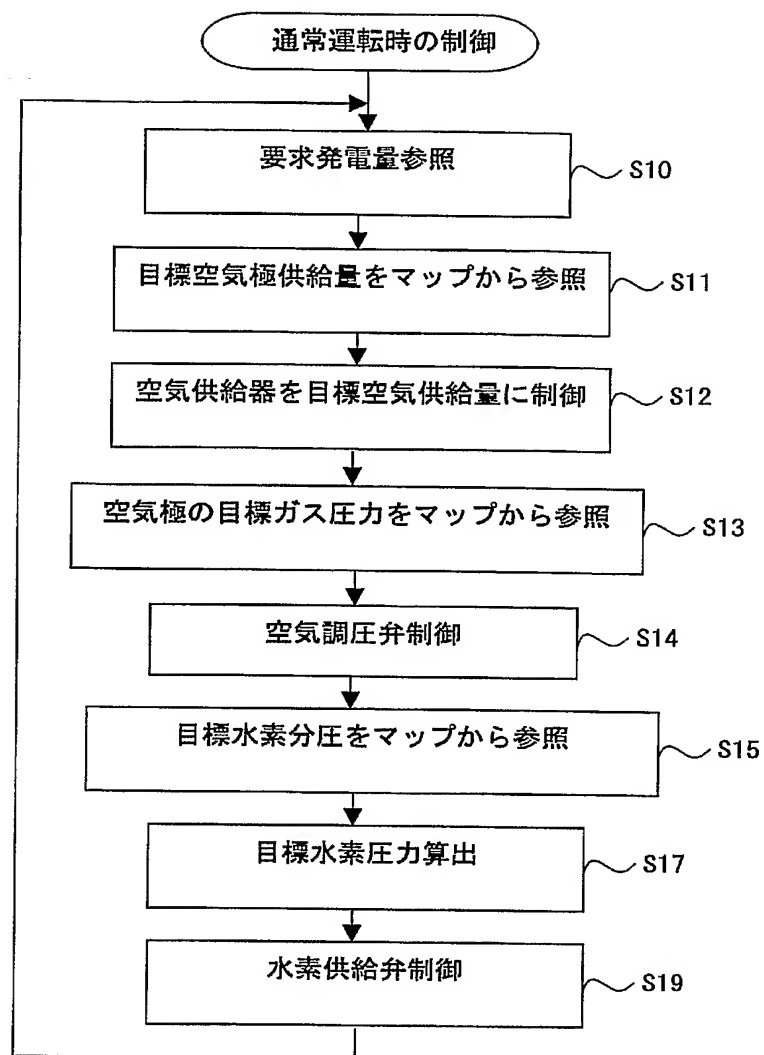
【図 2】



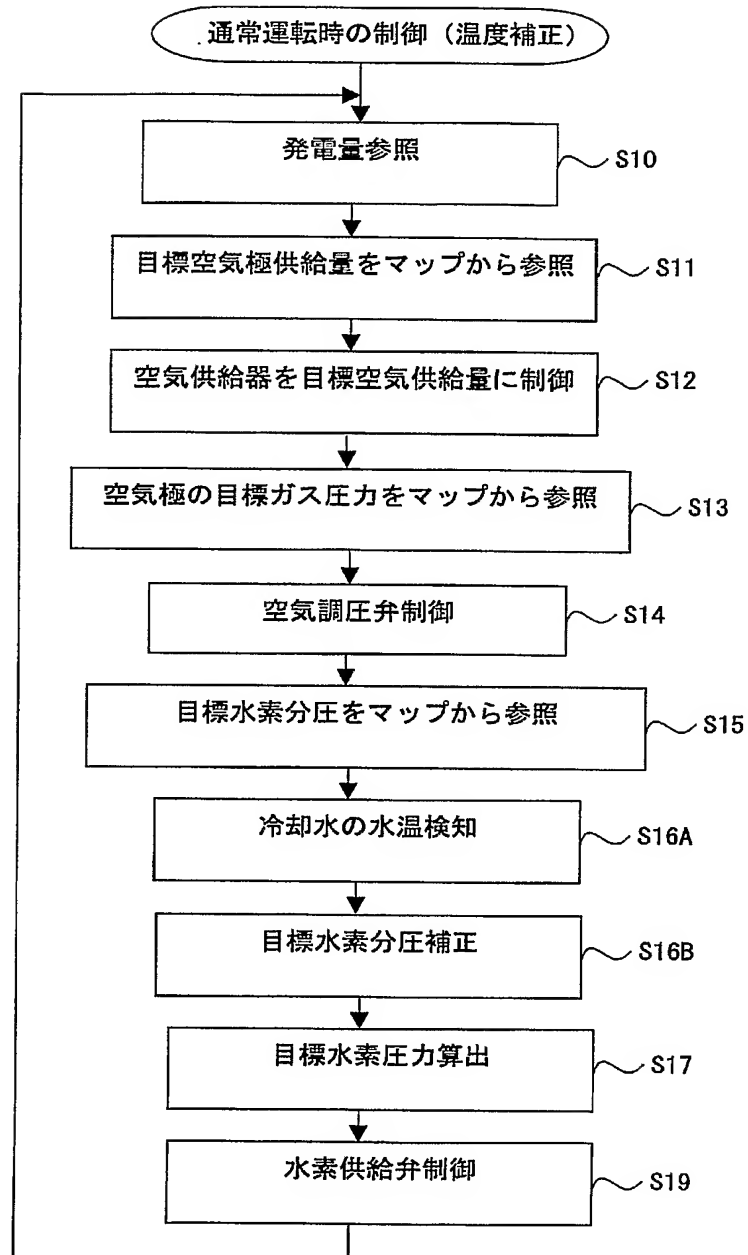
【図 3】



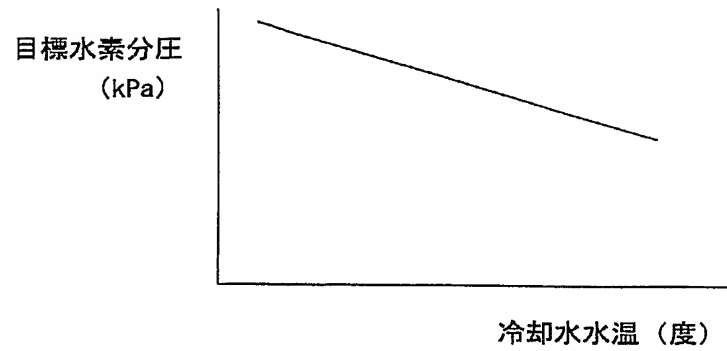
【図 4】



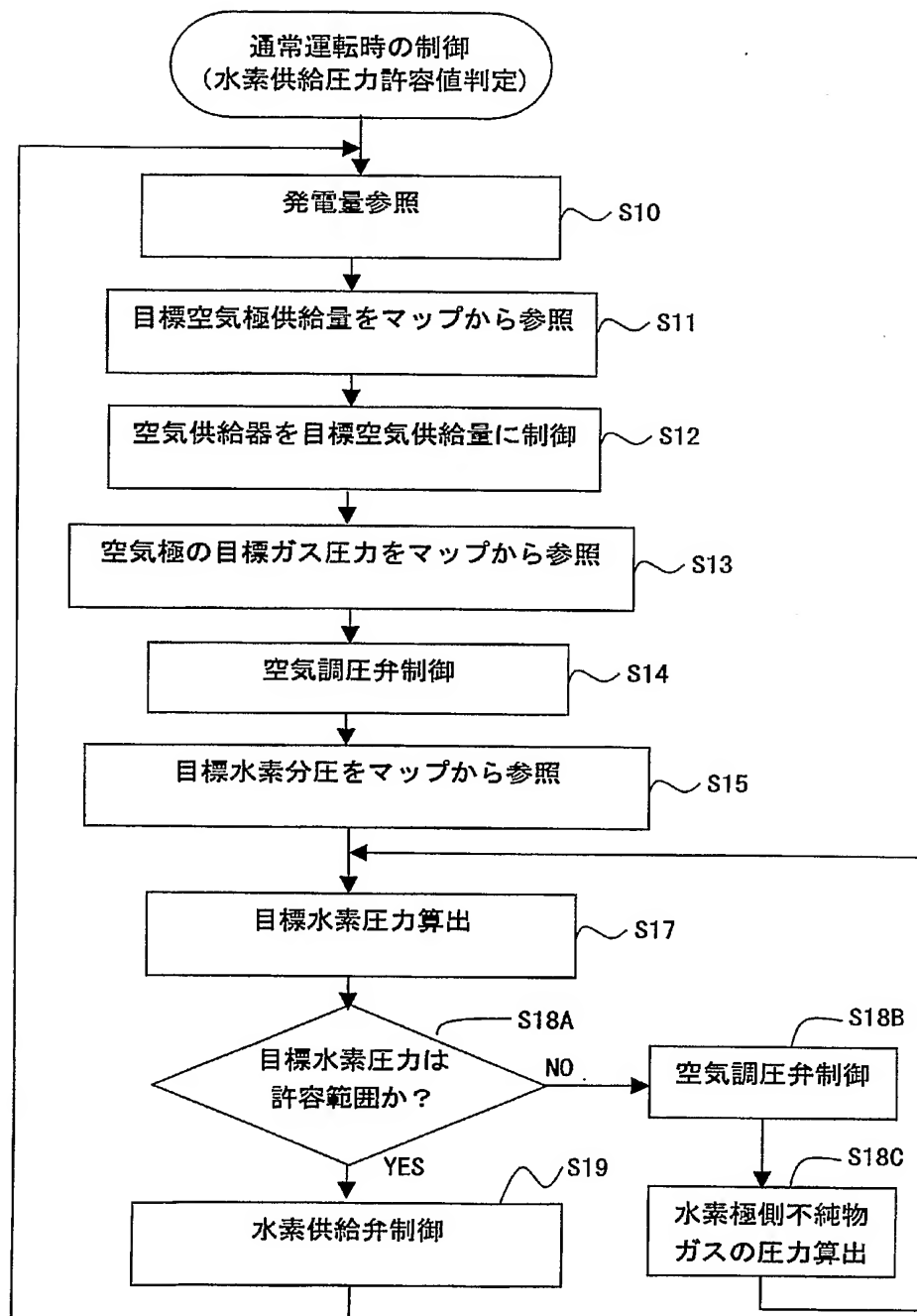
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料電池において、水素極側の排出弁の開閉によらず、または、水素極側に排出弁を設けることなく、発電量を増加させ、または、所望の発電量を維持する。

【解決手段】 燃料電池 1 の制御装置において、燃料電池 1 の酸化剤ガス供給通路 L 1 を通じてカソードに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段 7 と、上記酸化剤ガス供給通路 L 1 または上記カソード内のガス圧力を検出するカソード側ガス圧力検出手段 11 と、燃料電池 1 の水素供給通路 L 3 を通じてアノードに水素を供給する水素供給手段 5 と、上記水素供給通路 L 3 または上記アノード内のガス圧力に占める水素の圧力に係る目標水素分圧を決定する手段 1 と、上記カソード側ガス圧力検出手段により検出されたガス圧力と上記目標水素分圧とに基づいて燃料電池 1 に供給される水素の水素供給圧力を算出する水素供給圧力算出手段 1 と、上記水素供給圧力にて上記水素供給手段から燃料電池 1 に水素を供給する水素供給制御手段 13 と、を備えた。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 1 1 7 7 9 3
受付番号	5 0 4 0 0 6 2 8 2 4 2
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 6 年 4 月 1 4 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 4月13日

特願 2 0 0 4 - 1 1 7 7 9 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社